

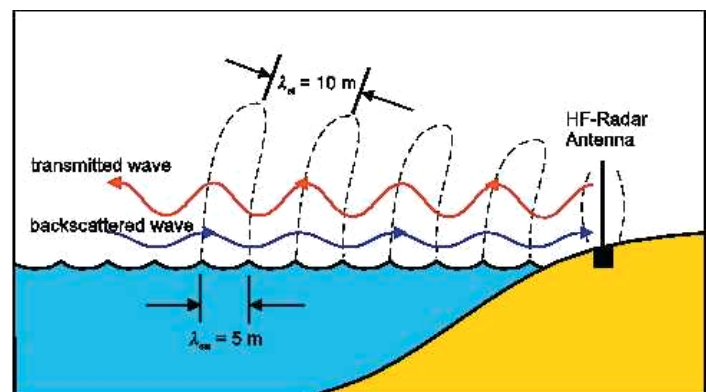
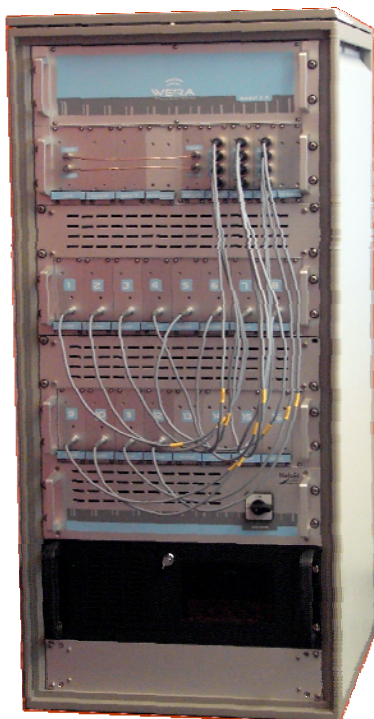
## Abschlußbericht zum Projekt:

### BMBF03G0659B WERA

Echtzeit Erkennung von tsunami-erzeugten Signaturen  
in Strömungskarten des HF-Radars WERA  
zur Überwachung gefährdeter Küstenregionen

Kurztitel: **WeraWarn**

Bericht des Projektpartners:	Projektkoordination:
Thomas Helzel HELZEL Messtechnik GmbH Carl-Benz-Str. 9 24568 Kaltenkirchen	Prof. Dr. Detlef Stammer Institut für Meereskunde, ZMAW Universität Hamburg Bundesstr. 53 20146 Hamburg



Das Ozean-Radar „WERA“, optimiert zur Tsunami Erkennung, erprobt an einer Gezeitenbore



## 1. Zusammenfassung

### Aufgabenstellung

Das abgeschlossene Verbundvorhaben sollte dazu dienen, das bereits vielerorts erprobte Strömungs- und Wellen-Radar WERA für die Tsunami - Frühwarnung zu optimieren sowie die Grenzen und Möglichkeiten des Systems zu erproben. Das Ozeanradar WERA wurde bislang eingesetzt, um innerhalb von Minuten Oberflächenströmungen und Wellenhöhen flächendeckend in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung zu messen. Die Reichweite dieser landgestützten Systeme liegt bei mehr als 200 km. Diese Eigenschaften sollen zur Erfassung der mit Tsunamiwellen einhergehenden Strömungssignaturen im Bereich der Schelfkanten genutzt werden, um daraus Warnungen für die betroffenen Küstenregionen abzuleiten. Die erforderlichen Untersuchungen wurden wie folgt durchgeführt:

Anhand numerischer Simulationen wurden die typischen hydrodynamischen Merkmale einer sich nähernden Tsunamiwelle räumlich und zeitlich hoch aufgelöst für verschiedene Seegebiete untersucht. Hierbei geht es um die Auswertung des Einflusses unterschiedlicher Geometrien der Schelfkante auf die Signaturen in der Oberflächenströmung.

Der mit einem Radar-Rückstreumodell berechnete Zusammenhang zwischen den mit der Modellstudie herausgearbeiteten typischen Tsunami-Strömungssignaturen und den tatsächlich gemessenen Radarrückstreuungsspektren dient als Basis für die Entwicklung von speziell auf die Tsunami-Früherkennung zugeschnittenen Algorithmen.

Ergänzend zu den theoretischen Betrachtungen und numerischen Simulationen sollte in einem dritten Arbeitsschritt ein Feldexperiment durchgeführt werden, bei dem eine hohe Gezeitenbore, wie sie z.B. im Hangzhou Delta in China auftritt, mit WERA registriert werden. Auf diesem Wege kann praxisnah die Detektionsfähigkeit des Systems ermittelt werden. Da im September 2008 die Projektleitung beschlossen hat, auf Grund der zu erwarteten Schwierigkeit bei der Durchführung des Experimentes das Projekt zunächst ohne Feldtest abzuschließen, wurden für dieses Teilprojekt nur vorbereitende Arbeiten durchgeführt.

### Randbedingungen

Die theoretischen Arbeiten und die Entwicklung der numerischen Simulation wurde von der Universität Hamburg durchgeführt. Helzel Messtechnik (HZM) war dafür zuständig das geplante Experiment vorzubereiten. Da HZM für diese Arbeiten 50 % der Kosten selbst getragen hat sowie die WERA Systeme zur Verfügung gestellt hat, wurde sehr darauf geachtet, den vorgegebenen Kostenrahmen nicht zu überschreiten und das Risiko des Verlustes oder der Beschädigung der Anlage beim Experiment möglichst gering zu halten.

## **Planung und Ablauf**

Die Arbeiten an der Universität verliefen planmäßig. Bei den Vorbereitungen für das Feldexperiment zeigten sich bereits zu Beginn die ersten Schwierigkeiten. Der bevorzugte Standorte, das Hangzhou Delta in China konnte auf Grund administrativer Problem der potentiellen chinesischen Partner nicht gewählt werden.

Der alternative Standort, im Bereich des Amazonas-Delta, wurde erkundet und mit der Universität Sao Paulo wurde auch ein zuverlässiger brasilianischer Partner gefunden. Durch die extremen Randbedingungen in dem Amazonas-Delta wurden aber sehr starke zeitliche Verschiebungen nötig. Zusätzlich ergeben sich extrem höhere Kosten für den Aufbau und den Betrieb der Anlagen. Da die Fa. Helzel Messtechnik die erhöhten Kosten nicht tragen kann und außerdem die technischen Anlagen nicht versichert werden konnten, wurde das Experiment aus dem Ablauf des Vorhabens gestrichen.

Es wird angestrebt, das Experiment später, an anderer Stelle unter günstigeren Randbedingungen und in einem anderen Vorhaben durchzuführen.

## **Ausgangspunkt der Entwicklungen**

Die Anpassung der WERA Hardware für den geplanten Einsatz der Systeme in einem Disaster Warning System setzten auf dem Standardprodukt WERA auf. Um einen späteren kommerziellen Erfolg zu sichern, wurde auf die Kompatibilität der Hardware und der Software-Schnittstellen geachtet.

## **Zusammenarbeit**

Die Zusammenarbeit mit dem Projektpartner, der Universität Hamburg, verlief auf der wissenschaftlichen Ebene sehr gut. Die Kontakte zu den ausländischen Partnern, war unterschiedlich. Die potentiellen chinesischen Partner waren auf wissenschaftlicher Ebene offen für Dialoge und den Austausch von Ideen, es zeigte sich aber, dass es nicht möglich war, von verantwortlicher Stelle konkrete Zusagen für die Durchführung der Experimente zu erhalten. Die nach Brasilien aufgebauten Kontakte erfolgten sofort auf wissenschaftlicher und administrativer Ebene und waren durchweg konstruktiv.

## 2. Der Beitrag von Helzel Messtechnik zum Vorhaben

### 2.1. Entwicklung für Multi-Frequenz Betrieb

Die Entwicklung von Antennen, Filtern und Multiplexern, sowie der Software, um das WERA-System im Multi-Frequenz-Mode zu betreiben wird benötigt, um die Verfügbarkeit der Daten unter allen Umwelteinflüssen zu gewährleisten. Dies ist für eine Sensorkomponente eines Disaster Warning Systems unbedingt erforderlich. Die Hardware Entwicklung für Multi-Frequenz Mode wurden von den Herren Leif Petersen und Markus Valentin durchgeführt.

Ein neues Antennen-Konzept mit sehr kompakten, abstimmbaren Abstimm- und Anpass-Schaltungen wurde entworfen und es wurden Experimente im Labor und an unserem System an der Nordsee durchgeführt. Die ersten Ergebnisse zeigten, dass die deutlich kompakteren und leichter im Feld anzupassenden Antennen die gleiche Güte aufweisen, wie die aktuell eingesetzten verkürzten Monopole.

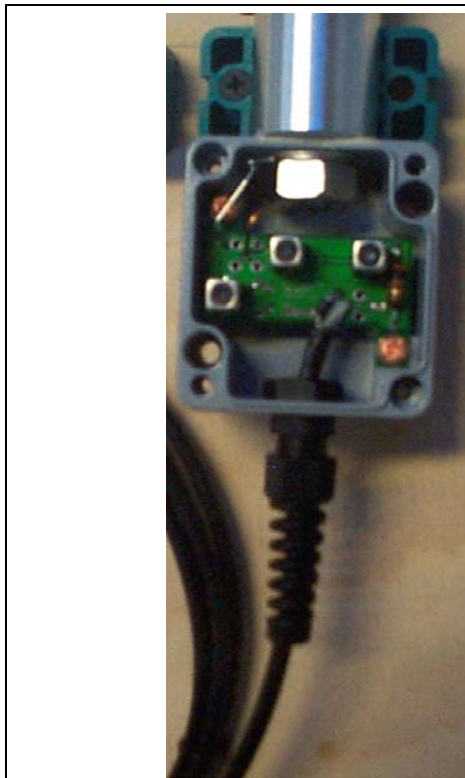


Fig. 1: Antenne mit Dual-Frequency Anpassung



Fig. 2: Antennenanlage auf Sylt

Im November 2007 sind die neuen Antennen für einem vergleichenden Versuch in einer WERA Anlage auf Sylt installiert. Die Ergebnisse dieses Feldversuches zeigten leider unbefriedigende Ergebnisse. Die Eigenschaften der Antennen veränderten sich nach 6 Wochen in Abhängigkeit von der Temperatur und der Luftfeuchte, siehe Bild 3. Die Ursache hierfür ist wahrscheinlich eingedrungene Feuchtigkeit, die dann bei niedrigen Temperaturen kondensiert.

Da die Feldexperimente mit den Prototypen der Dual-Frequency Antennen nicht erfolgreich waren, wurde nach einer alternativen Lösung gesucht. Anstelle einer weitergehenden Eigenentwicklung wurde ein englischer Hersteller (Neptune Radar Ltd.) gefunden, der für ein vergleichbares Überhorizont-Radar (PISCES) entsprechende Antennen entwickelt und auch bereits erfolgreich betrieben hat. Obwohl Neptune Radar ein Mitbewerber von HZM ist, erhielten wir ein Angebot, das attraktiv ist. Daher wurden unsere weiteren Arbeiten an einer eigenen Antenne eingestellt.

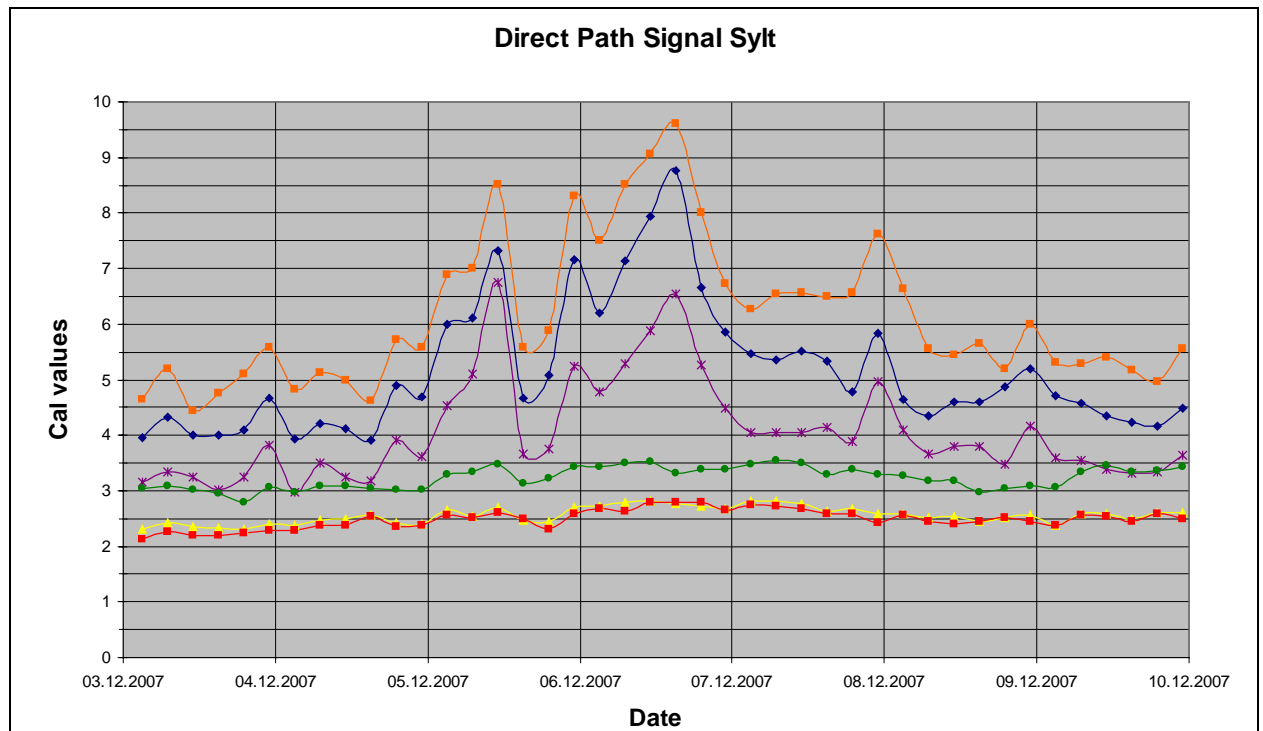


Fig. 3: Antennentest auf Sylt  
Vergleich der Standardantenne (rot, gelb und grün) mit den neuen Antennen

Für die Optimierung der erforderlichen Eingangsfiler wurden Simulationen durchgeführt, die zeigen, dass unser Konzept anwendbar ist. Die wesentliche erforderliche Randbedingung ist, dass der Unterschied zwischen den beiden Betriebsfrequenzen nicht größer als ein Faktor 1,5 sein darf.

Unter dieser Randbedingung ist es auch möglich, ein kompaktes Tx-Array aufzubauen, dass die Erfordernisse für eine WERA Anlage erfüllt. Auch diese Optimierung wurde mittels einer Simulation durchgeführt. Die entscheidenden Kriterien sind die Ausleuchtung mit mindestens -10 dBi über einen Abstrahlwinkel von  $\pm 60^\circ$  sowie eine ausreichende Unterdrückung ( $> -15$  dBi) in  $90^\circ$  Richtung. Beide Kriterien sind für die simulierte Anordnung bei den geplanten Sendefrequenzen gegeben, siehe Bild 4.

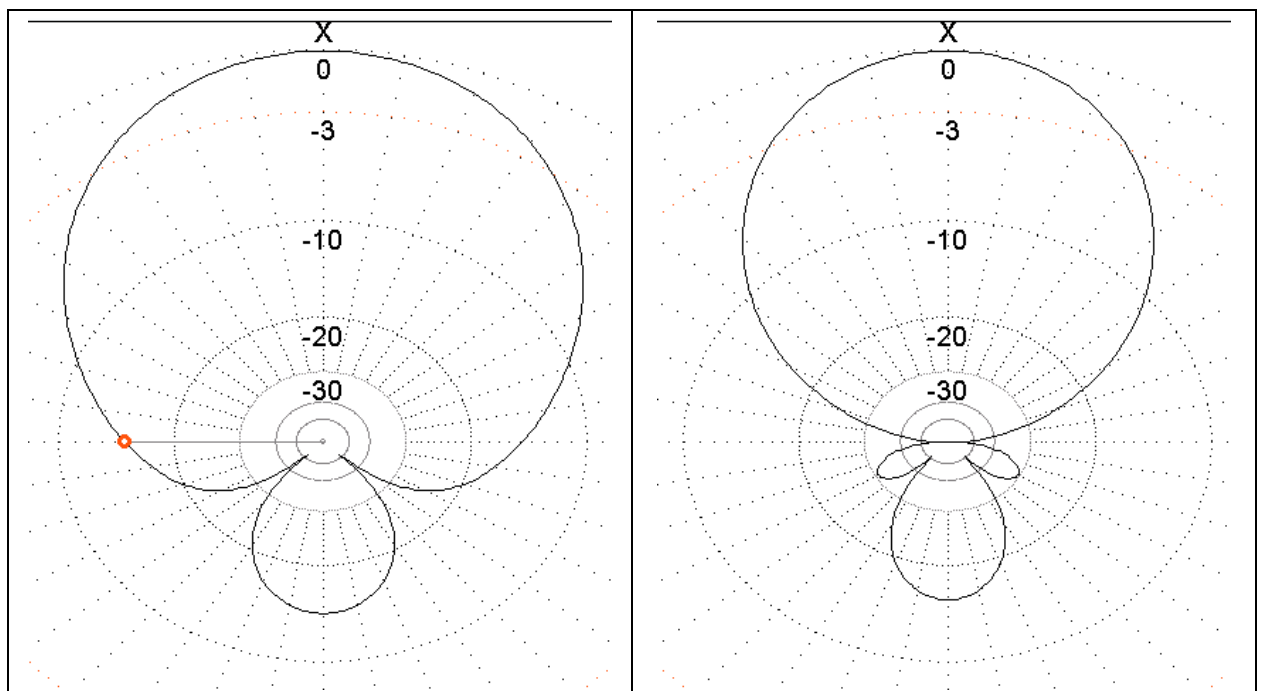


Fig. 4: Abstrahlcharakteristik eines rechteckigen Sendearrays 18 x 4 m aus vertikalen Monopolen. Links bei 6 MHz, mit 160° Phasenverschiebung angesteuert und rechts bei 8.4 MHz mit 150° Phasenverschiebung.

### Nutzung der entwickelten Hardware

Auch wenn das geplante Experiment nicht durchgeführt wurde, so wird die neue Hardware bereits von der Universität Hamburg in einem gemeinsamen Experiment mit der GKSS an der Nordsee erprobt. Hier kommen die neuen HF-Multiplexer und Treiber zum Einsatz. Außerdem soll ein erster Test des Dual-Frequency Modus erfolgen (allerdings auf Grund der Vorgaben durch die BundesNetzAgentur nur mit einem Frequenzversatz von 1 : 1,1).

Wir gehen davon aus, dass die Veröffentlichung der damit erzielten Ergebnisse einen positiven Effekt auf die Stellung der WERA Systeme im internationalen Wettbewerb haben wird.

### 2.2. Modifikation der Software für schnellen Echtzeitmodus

Die Real-Time Software wurde auf einem Linux Betriebssystem implementiert und ausgiebig in einer WERA Anlage an der Nordsee unter normalen Betriebsbedingungen getestet. Die Freigabe dieser Version und die Übergabe an unseren Projektpartner Uni-Hamburg ist im Februar 2008 erfolgt.

### Nutzung der entwickelten Software

Auch wenn das geplante Experiment nicht durchgeführt wurde, so wird die neue Software als Beta-Version bereits von einem ausgewählten WERA Kunden erprobt. Die Eigenschaften, die für die Erfassung von den extrem dynamischen Vorgängen bei einem Tsunami erforderlich sind, können auch für andere Anwendungen genutzt

werden. HZM hat bereits ein deutliches Interesse von potentiellen Kunden festgestellt. Unser Produkt WERA wird nach Implementierung der Forschungsergebnisse eine neue herausragende Eigenschaft erhalten, die sich sicher positiv auf unsere Markstellung auswirken kann.

In einem gemeinsamen Experiment der Uni HH mit der GKSS wird diese Version an der Nordsee erprobt. Hier können die dynamischen Prozesse im Wattenmeer besser analysiert werden.

### **Zusammenfassung**

Die erforderliche Anpassung der Hardware des WERA Systems konnte erfolgreich abgeschlossen werden. Der erforderliche Aufwand (Arbeitszeit von Herrn M. Valentin, W. Helzel und A. Lorenz), insbesondere für die Entwicklung der Antennen war deutlich höher als abgeschätzt. Es sind hier erhebliche Mehrkosten entstanden, die HZM zu 100 % übernommen hat.

Die Entwicklung der Multiplexer und Filter verlief planmäßig im vorgegebenen Zeit- und Kostenrahmen. Die entwickelte Hardware wird in die nächste Version des WERA Produktes einfließen können.

Die erforderliche Anpassung der Software des Real-Time WERA Modules konnte erfolgreich abgeschlossen werden. Der erforderliche Aufwand, war deutlich höher als abgeschätzt. Es sind hier erhebliche Mehrkosten entstanden, die HZM zu 100 % übernommen hat.

Die entwickelte Software wird in die nächste Version des WERA Produktes einfließen.

In der Summe bewertet HZM das Ergebnis positiv, trotz der deutlich höheren Kosten für HZM, da die meisten der gewonnenen Erkenntnisse in die Folgeversion des Produktes einfließen werden, was die Marktposition von WERA positiv beeinflussen wird.

### **2.3. Feldversuch**

Die dritte Aufgabe der Firma Helzel sollte die Vorbereitung eines Feldversuches sowie die Bereitstellung einer Testanlage hierfür sein. Da Tsunami-Wellen nicht vorhersehbar sind, wurde geplant, eine Gezeitenbore als Ersatz zu nehmen, wohl wissend, dass die Dynamik und die Signatur von Gezeitenboren nicht vollständig denen von Tsunami-Wellen entsprechen. Gezeitenboren mit ausreichender Amplitude treten nur in wenigen Regionen auf. Diese Regionen in China, in Brasilien und Kanada, aber auch in der Nähe von Bristol (UK) und in Frankreich. Die in Europa auftretenden Gezeitenboren sind jedoch nur im Fluß und nicht im Delta vor dem Fluß zu beobachten, was aufgrund der räumlichen Auflösung des WERAs von 1km x 1km nicht ausreicht.

Erste Vorgespräche hinsichtlich eines Experimentes in China sahen zunächst vielversprechend aus. Bei der tatsächlichen praktischen Durchführung der Vorbereitungen traten jedoch erheblich diplomatische Probleme auf, die uns zu einer neuen Planung eines Experimentes in Brasilien gezwungen haben. Das entsprechende Experimentgebiet ist in der Mündung des Amazonas gelegen und wurde von zwei Projektmitarbeitern besucht, um die logistischen Gegebenheiten vor Ort zu untersuchen. Es stellte sich hierbei heraus, dass die Durchführung des Experimentes in der vollständig unwegsamen Region auf enorme logistische Probleme stoßen würde, die wiederum mit erheblichen Mehrkosten verbunden wären hinsichtlich der Logistik und

auch der Versicherung des Systems. (Es hat sich in der Tat bisher kein Versicherungsunternehmen gefunden, das die Geräte während des Betriebs versichern würde.)



Fig. 5: Amazonasdelta aus 10.000m Höhe, in der Nähe der geplanten Installationen



Fig. 6: Hinterland in der Nähe der geplanten Installationen





Fig. 7: Bereich für eine mögliche Installationen

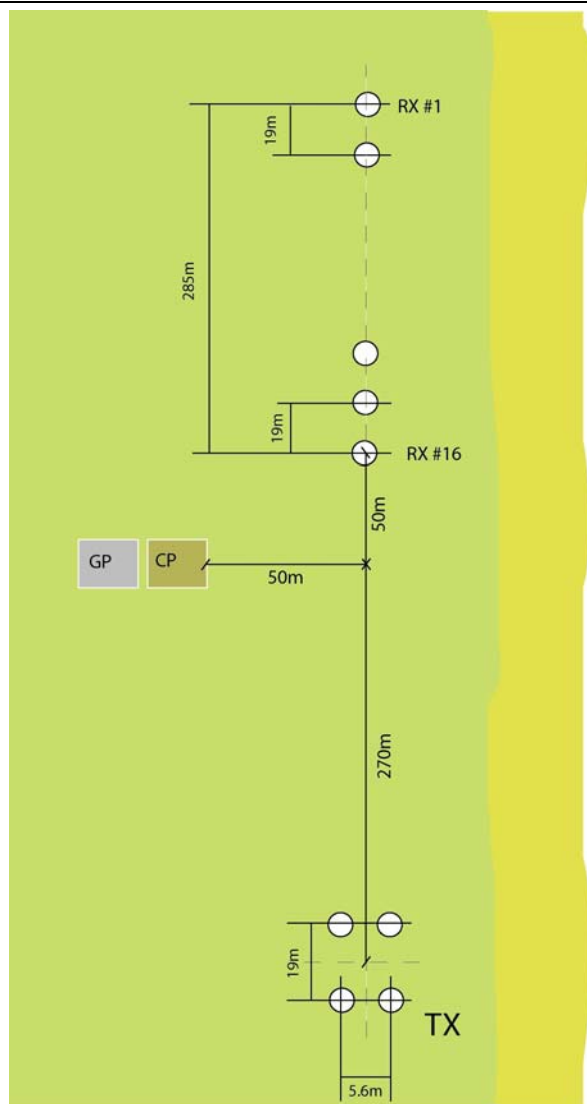


Fig. 8: Geometrie einer möglichen Installationen auf „Stelzen“, ohne Anleger

Es wurden Mehrkosten in Höhe von ca. 230.000 Euro abgeschätzt. Selbst durch ein Aufstocken der Fördergelder würden für HZM deutlich höhere Kosten (50 %) entstehen, die nicht mehr getragen werden können.

Die weitere Diskussion ergab, dass auch die Zeitplanung Probleme bereitet. Zusätzlich zu den bisherigen Verzögerungen kommen klimatisch bedingte Verzögerungen hinzu, so dass ein Experiment nur noch zum Ende der Projektphase hätte starten können und keine Zeit mehr verbliebe, das Experiment ordnungsgemäß zu Ende zu führen. Dieses wiederum würde die entstehenden Ausgaben nicht rechtfertigen, so dass ein Abbruch des Experimentes beschlossen wurde.

Es ist angestrebt ein Demonstrationsexperiment so früh wie möglich nachzuholen. Idealerweise sollte es in China, wie ursprünglich geplant, statt finden. Ein solches Experiment muss jedoch zunächst im internationalen Rahmen sehr sorgfältig vorbereitet werden. Um bisherige Probleme zu vermeiden, wie z.B. die Freigabe der Messdaten, muss das Experiment federführend von China unter internationaler Beteiligung durchgeführt werden. Es ist geplant, auf den nächsten RADAR Konferenzen einen entsprechenden Vorschlag zu machen und das Experiment mit einem internationalen Gremium, unter Beteiligung der Universität Hamburg, vorzubereiten.

### **Zusammenfassung**

Da die Probleme für die Durchführung des Experimentes bereits frühzeitig erkannt wurden, konnten unnötige Kosten für die Vorbereitung vermieden und Fördergelder eingespart werden.

Die durchgeführten Arbeiten ermöglichen jetzt eine kurzfristige Durchführung von einem entsprechenden Experiment, vorausgesetzt die logistischen und politischen Randbedingungen erlauben dies.

Wir empfehlen allerdings, bei der erneuten Planung eines Experiments, die Firma Helzel Messtechnik GmbH nicht als Forschungspartner einzubinden, sondern als Lieferanten und Anbieter von Service. Damit würde die Problematik der Versicherung der Anlagen nicht auf einem privaten Unternehmen lasten. Helzel Messtechnik GmbH würde ein entsprechendes Projekt durch Sonderkonditionen beim Kauf einer Anlage fördern.

Kaltenkirchen, den 27. Juli 2009

Thomas Helzel